

冠状動脈バイパス術における微温体外循環の効果

著者	安田 保, 川筋 道雄, 榊原 直樹, 竹村 博文, 松本 康, 牛島 輝明, 藤井 奨, 渡辺 洋宇
著者別表示	Yasuda Tamotsu, Kawasuji Michio, Sakakibara Naoki, Takemura Hirofumi, Matsumoto Y., Ushijima Teruaki, Fujii Sho, Watanabe Yoh
雑誌名	胸部外科 = 日本心臓血管外科学会雑誌
巻	48
号	12
ページ	993-996
発行年	1995-11
URL	http://doi.org/10.24517/00050904



冠状動脈バイパス術における微温体外循環の効果

安田 保 川筋道雄 榊原直樹 竹村博文
松本 康 牛島輝明 藤井 奨 渡辺洋宇*

はじめに

Lichtensteinらにより Warm Heart Surgery (warm blood cardioplegia with systemic normothermia) が提唱されて以来^{1,2)}, 常温体外循環の有用性について報告がなされている³⁾. 反面, 常温体外循環に伴う脳神経障害⁴⁾や腎機能障害の発生を危惧する報告もある. 体外循環中の体温を摂氏何度にすべきかについては議論的であり, 一定の見解が得られていない. 今回当科で経験した冠状動脈バイパス術症例において, 目標直腸温が 32°C の症例 (微温体外循環, tepid cardiopulmonary bypass) を, 28°C および 30°C の症例群と比較し, 微温体外循環が冠状動脈バイパス手術に与える影響を検討した.

I. 対象と方法

1994年7月まで当科にて単独冠状動脈バイパス術を施行した100例を対象とし, 体外循環中の目標直腸温を32°C (微温体外循環) とした群 (33例), 30°C とした群 (25例), 28°C とした群 (42例) を比較検討した.

体外循環は上行大動脈送血, 右房下大静脈1本脱血とし, ベントチューブは使用しなかった. ポンプ流量は75 ml/kg/分, 平均灌流圧は60~80 mmHg とし, 60 mmHg 以上は血管収縮薬 (メトキサミン) を使用し, 80 mmHg 以上の場合には血管拡張薬 (フェノチアジン) を使用した. 灌流温は直腸温がそれぞれ 28°C, 30°C, 32°C になるように調節した. 大動脈遮

断後, 大動脈基部より 4°C の cold crystalloid cardioplegia を 800~1,000 ml 注入し, 心筋を 15°C 以下に冷却した. グラフト末梢側吻合中より加温を開始し, 大動脈遮断を解除後, 大動脈部分遮断下に中枢側吻合を行った. なお逆行性冠灌流や terminal warm blood cardioplegia を施行した症例は対象より除外した.

術中および術後因子としてバイパス枝数, 大動脈遮断時間, 体外循環時間, 体外循環離脱時間 (大動脈遮断解除から体外循環終了まで), 大動脈遮断解除時の直腸温, 自然自己心拍再開, 体外循環離脱時のカテコラミンの非使用, 体外循環中の血管収縮薬および拡張薬の使用, 第1病日の血中CK-MB値, 術後新Q波心筋梗塞, 術後IABP使用, 脳梗塞, 腎機能悪化, 術後12時間の出血量, 再開胸, 手術死亡をそれぞれ検討した.

結果は症例数, または平均±標準偏差で表した. 3群の有意差検定には χ^2 独立性検定, または一元配置分散分析の後に Scheffe の多重比較を行い, $p < 0.05$ を有意差ありとした.

II. 結果

年齢, 男女比や糖尿病, 高血圧, 高脂血症の合併は3群間において有意差はなかった. 術前に脳梗塞あるいは一過性脳虚血を認めた例は3群間において有意差はなかった. 冠状動脈病変枝数, LMT病変, および術前のLVEFは3群間において有意差はなかった (表1).

施行したバイパス枝数は28°C群で2.9枝, 30°C群で2.8枝, 32°C群で2.6枝であり, 3群間に有意差はなかった. 内胸動脈使用率も3群間に有意差はなかった. 大動脈遮断時間は28°C群で51.2±17.0分, 30°C群で52.5±13.4分, 32°C群で46.0±9.7分であり,

キーワード: 微温体外循環, 冠状動脈バイパス術

* T. Yasuda, M. Kawasuji (助教授), N. Sakakibara (講師), H. Takemura, Y. Matsumoto, T. Ushijima, S. Fujii, Y. Watanabe (教授): 金沢大学第一外科.

表 1. 対象症例

	28°C 群 (n=42)	30°C 群 (n=25)	32°C 群 (n=33)	
年齢(歳)	61.1±10.6	64.3±7.7	61.1±9.0	N.S.
男女比	34 : 8	19 : 6	30 : 3	N.S.
糖尿病	15(35.7%)	6(24.0%)	10(30.3%)	N.S.
高血圧	11(26.2%)	5(20.0%)	10(30.3%)	N.S.
高脂血症	17(40.5%)	8(32.0%)	10(30.3%)	N.S.
脳梗塞, 脳虚血	8(19.0%)	5(20.0%)	5(15.2%)	N.S.
冠動脈病変枝数	2.5±0.6	2.6±0.5	2.4±0.7	N.S.
LMT 病変	8(19.0%)	7(28.0%)	4(12.1%)	N.S.
LVEF (%)	57±12	53±14	56±10	N.S.

表 2. 術中因子

	28°C 群 (n=42)	30°C 群 (n=25)	32°C 群 (n=33)	
バイパス枝数	2.9±0.7	2.8±0.7	2.6±0.7	N.S.
内胸動脈使用	35(83.3%)	22(88.0%)	33(100%)	N.S.
大動脈遮断時間(分)	51.2±17.0	52.5±13.4	46.0±9.7	N.S.
体外循環時間(分)	117.5±25.1	123.9±23.6	98.7±21.9	p<0.05
体外循環離脱時間(分)	53.2±11.3	53.6±15.6	39.5±12.5	p<0.05
大動脈遮断解除時の直腸温(°C)	30.3±1.2	31.1±1.1	33.0±1.1	p<0.05
自然自己心拍再開	7(16.7%)	9(36.0%)	9(27.3%)	N.S.
離脱時カテコラミン非使用	6(14.3%)	2(8.0%)	4(12.1%)	N.S.
CPB 中メトキサミン使用	5(11.9%)	5(20.0%)	14(42.4%)	p<0.05
CPB 中フェノチアジン使用	16(38.1%)	15(60.0%)	7(21.2%)	p<0.05

CPB : 人工心臓

3群間に有意差はなかった。

体外循環時間は28°C群で117.5±25.1分, 30°C群で123.9±23.6分, 32°C群で98.7±21.9分であり, 32°C群が他の2群に比べ有意に短かった。

体外循環離脱時間は28°C群で53.2±11.3分, 30°C群で53.6±15.6分, 32°C群で39.5±12.5分であり, 32°C群が他の2群に比べ有意に短かった。

大動脈遮断解除時の直腸温は28°C群で30.3±1.2°C, 30°C群で31.1±1.1°C, 32°C群で33.0±1.1°Cであり, 3群間にそれぞれ有意差があった。大動脈遮断解除後の自然自己心拍再開率は28°C群で16.7%, 30°C群で36.0%, 32°C群で27.3%であり, 30°C群, 32°C群で高い傾向にあったが, 3群間に有意差はなかった。

体外循環離脱時のカテコラミン非使用率は28°C群で14.3%, 30°C群で8.0%, 32°C群で12.1%であり, 3群間に有意差はなかった。体外循環中の血管収縮薬(メトキサミン)使用率は28°C群で11.9%, 30°C群で20.0%, 32°C群で42.4%であり, 3群間に有意差があった。

血管拡張薬(フェノチアジン)使用率も28°C群で

38.1%, 30°C群で60.0%, 32°C群で21.2%であり, 3群間に有意差があった(表2)。

第1病日のCK-MB値(正常値2~21 IU/l)は28°C群で31.0±30.0 IU/l, 30°C群で35.0±31.2 IU/l, 32°C群で18.7±12.1 IU/lで, 32°C群が低い傾向にあったが, 有意差はなかった。

新Q波心筋梗塞は28°C群に1例(2.4%)であったが, その後の経過は良好であった。術後IABP使用は3群にそれぞれ1例ずつ認められた。脳梗塞を32°C群に1例(3.0%)認めたが, 軽度の左上肢麻痺を残すのみで4週目に退院した。腎機能悪化例は3群において認められなかった。

術後12時間の出血量は28°C群で512±270 ml, 30°C群で472±256 ml, 32°C群で567±272 mlであり, 3群間に有意差はなかった。再開胸は28°C群に2例(4.8%)認めた。

術後30日以内の手術死亡は32°C群に1例(3.0%)であり, 第4病日にLOSで失った。他の群では手術死亡はなかった(表3)。

表 3. 術後因子

	28°C 群 (n=42)	30°C 群 (n=25)	32°C 群 (n=33)	
第 1 病日 CK-MB (IU/l)	31.0±30.0	35.0±31.2	18.7±12.1	N.S.
新 Q 波心筋梗塞	1 (2.4%)	0 (0%)	0 (0%)	N.S.
IABP	1 (2.4%)	1 (4.0%)	1 (3.0%)	N.S.
脳梗塞	0 (0%)	0 (0%)	1 (3.0%)	N.S.
腎機能悪化	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	N.S.
12 時間出血量 (ml)	512±270	472±256	567±272	N.S.
再開胸	2 (4.8%)	0 (0%)	0 (0%)	N.S.
手術死亡	0 (0%)	0 (0%)	1 (3.0%)	N.S.

III. 考 察

体外循環を使用する心臓手術においては通常低体温を併用することが多い。低体温は酵素機能異常や細胞膜不安定化等の欠点があるが、全身諸臓器の代謝を抑制し、32°Cで常温の約60%、28°Cで常温の約40%に組織酵素消費量を低下させるので、本来非生理的である体外循環の施行中には臓器保護の面から有用な方法であると考えられてきた^{5,7)}。しかし最近、常温体外循環の有用性と弊害が報告され^{3,4)}、体外循環中の体温を摂氏何度にすべきかは議論的になっている。従来われわれは目標直腸温を28°Cにする中等度低体温体外循環法を用いてきたが、最近の1年間に目標直腸温を30°C、ならびに32°Cに設定し、微温(32°C)体外循環の手術に与える影響について検討した。

われわれの症例では体外循環時間および体外循環離脱時間は32°C群で他の2群に比べ有意に短縮した。この理由は主に低体温体外循環では全身の復温に時間を費やすためである⁸⁾。われわれの症例では大動脈遮断解除時の平均直腸温は28°C群で30.3°C、30°C群で31.1°C、32°C群で33.0°Cであった。体外循環離脱時間を短縮させるためには体外循環中の目標直腸温を32°C以上とし、大動脈遮断解除時に復温されていることが肝要であると思われる。体外循環では血液と異物表面が接触し、ローラーポンプによる非生理的血流と相俟って複雑な血液成分の変化が生じ^{9,10)}、また人工肺による血液損傷のため長時間の体外循環は術後合併症を引き起こす原因となる。体外循環時間の短縮は微温体外循環の大きな利点であると考えられる。

体外循環離脱時のカテコラミン非使用に関しては3群間に有意差はなかった。体外循環中目標直腸温が高いほうが大動脈遮断解除時の冠灌流温が高く、したがって心筋を加温する速度は32°Cが一番であると思われるが、terminal warm blood cardioplegia と異な

り electromechanical arrest を遷延させて、高エネルギー磷酸化合物を温存するわけではない¹¹⁾、3群間に差がでなかったものと考えられる。

体外循環中のメトキサミン、フェノチアジン使用には3群間に有意差があった。体外循環ではエンドトキシンや補体由来のアナフィラトキシンが放出され、それが単球やマクロファージを活性化させて血管拡張物質であるサイトカインが放出されるが、低体温体外循環(28~30°C)ではサイトカイン放出が遅延し、その量も減少すると報告されている¹²⁾。われわれの検討では28°C群、30°C群に比べ32°C群は灌流圧が低い傾向にあり、微温体外循環では常温体外循環と同様に末梢血管拡張による低灌流圧に注意することが必要である。術後脳梗塞を発症した32°C群の1例は、大動脈遮断時間56分、体外循環時間104分で、灌流圧が低かったため灌流量を増加させたが圧の上昇が得られず、メトキサミンを総量22mg使用した。

低体温は血小板細胞膜の機能異常をきたし、線溶系を亢進させ、凝固因子活性を抑制する¹³⁾。しかしわれわれの検討では術後12時間の出血量は3群間で有意差はなかった。4°Cの温度差では凝固系の優位性は現れなかったと考えられた。

おわりに

1. 微温体外循環は体外循環離脱時間短縮により体外循環時間を短縮した。
2. 微温体外循環は末梢血管が拡張し、灌流圧が低い傾向にあるので注意を要する。
3. 微温体外循環は合併症発生率を増加させなかった。

文 献

- 1) Lichtenstein SV, Ashe KA, Dalati HE et al: Warm heart surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 101: 269,

- 1991
- 2) The warm heart investigators : Randomised trial of normothermic versus hypothermic coronary bypass surgery. *Lancet* **343** : 559, 1994
 - 3) Singh AK, Feng WC, Bert AA et al : Warm body, cold heart ; myocardial revascularization in 2,383 consecutive patients. *J Cardiovasc Surg* **34** : 415, 1993
 - 4) Martin TD, Craver JM, Gott JP et al : Prospective, randomized trial of retrograde warm blood cardioplegia ; myocardial benefit and neurologic threat. *Ann Thorac Surg* **57** : 298, 1994
 - 5) Bigelow WG, Lindsay WK, Greenwood WF : Hypothermia. *Ann Surg* **132** : 849, 1950
 - 6) Bigelow WG, Lindsay WK, Harrison RC et al : Oxygen transport and utilization in dogs at low body temperature. *Am J Physiol* **160** : 125, 1950
 - 7) Swan H : Clinical hypothermia ; a lady with a past and some promise for the future. *Surgery* **73** : 736, 1973
 - 8) Bert AA, Singh AK : Right ventricular function after normothermic versus hypothermic cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* **106** : 989, 1993
 - 9) Koller T, Hawrylenko A : Contribution to the in vitro testing of pumps for extracorporeal circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* **54** : 22, 1967
 - 10) Andersen MN : Studies during prolonged extracorporeal circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* **41** : 244, 1964
 - 11) Teoh KH, Christakis GT, Weisel RD et al : Accelerated myocardial metabolic recovery with terminal warm blood cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg* **91** : 888, 1986
 - 12) Menasche P, Haydar S, Peynet J et al : A potential mechanism of vasodilation after warm heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* **107** : 293, 1994
 - 13) Yau TM, Carson S, Weisel RD et al : The effect of warm heart surgery on postoperative bleeding. *J Thorac Cardiovasc Surg* **103** : 1155, 1992

SUMMARY

Effect of Tepid Cardiopulmonary Bypass in Coronary Artery Bypass Operation

Tamotsu Yasuda et al., Department of Surgery (I), Kanazawa University School of Medicine, Kanazawa, Japan

The effect of systemic temperature during cardiopulmonary bypass (CPB) surgery was evaluated in 100 patients. The patients were divided into three groups, based on systemic temperature during CPB ; 28°C, 30°C, or 32°C (tepid). Multidose cold crystalloid cardioplegia was administered for myocardial protection. Pump flow was maintained at 75 ml/kg/min. Methoxamine hydrochloride and phenothiazine were used to maintain systemic perfusion pressures between 60 and 80 mmHg. Preoperatively, there were no differences between groups in left ventricular ejection fraction or extent of coronary artery disease. The time required for CPB and weaning from CPB were significantly shorter in the 32°C group than in either the 28°C or the 30°C group. There were significant differences in the doses of methoxamine hydrochloride and phenothiazine required in each group. Postoperatively, there were no significant differences in the incidence of myocardial infarction, stroke, or 30-day mortality between groups. In conclusion, tepid systemic perfusion shortens the length of CPB and does not differ significantly from cold perfusion with respect to mortality and morbidity.

KEY WORDS : tepid cardiopulmonary bypass/coronary artery bypass grafting

*

*

*